

# 关于长输油气管道的定期检验探析

胡 佳(管网集团(徐州)管道检验检测有限公司, 江苏 徐州 221008)

**摘要:** 随着长输油气管道服役时间的增加, 管道易出现腐蚀、磨损、裂纹等缺陷, 进而可能引发泄漏、爆炸等重大安全事故。为提升长输油气管道的运行能力, 降低不利因素的影响, 本文深入解析长输油气管道定期检验的重要性, 在探讨其定期检验内容的基础上, 综合分析不同检验方法和定期检验中的关键内容, 为保证管道的安全平稳运行提供技术指导。

**关键词:** 长输油气管道; 定期检验; 检验方法; 数据分析

中图分类号: TE973 文献标识码: A 文章编号: 1674-5167(2025)021-0076-03

## Analysis on Regular Inspection of Long distance Oil and Gas Pipelines

Hu Jia (Pipe Network Group (Xuzhou) Pipeline Inspection and Testing Co., Ltd., Xuzhou Jiangsu 221008, China)

**Abstract:** With the increasing service time of long-distance oil and gas pipelines, defects such as corrosion, wear, and cracks are prone to occur, which may lead to major safety accidents such as leaks and explosions. In order to improve the operational capacity of long-distance oil and gas pipelines and reduce the impact of adverse factors, this article deeply analyzes the importance of regular inspections of long-distance oil and gas pipelines. Based on exploring the content of regular inspections, different inspection methods and key contents in regular inspections are comprehensively analyzed to provide technical guidance for ensuring the safe and stable operation of pipelines.

**Keywords:** long-distance oil and gas pipelines; Regular inspection; Inspection method; data analysis

长输油气管道通常埋置于地下或者是暴露于复杂的环境中, 管道会受到介质腐蚀、土壤压力、地质活动等因素的影响出现故障。若长输油气管道未进行定期检验, 这些故障问题难以及时被发现, 容易导致管道破裂、泄漏, 甚至引发爆炸和火灾等严重事故。因此, 对长输油气管道开展定期检验, 不仅能有效评估管道的安全稳定性, 还可为管道的维护、更换及管理提供重要依据。

### 1 长输油气管道定期检验重要性

#### 1.1 保障能源安全稳定供应

长输油气管道是能源输送的关键基础设施, 其运行的稳定性对保障国家能源安全至关重要。在长输油气管道运行过程中, 受多种因素影响, 管道上可能产生裂纹、变形、腐蚀等缺陷。若这些缺陷未能及时发现, 极有可能引发管道泄漏、破裂等事故, 致使油气输送中断, 影响能源供应的稳定性。而定期检验能够依据实际情况提前制定维修和更换计划, 确保长输管道处于良好的运行状态<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 预防重大安全事故发生

长输油气管道里输送的介质易燃、易爆且有毒有害, 一旦发生泄漏或爆炸事故, 后果不堪设想。通过定期检验, 能够对管道的运行状态进行全方位的“体检”, 可进一步识别发现潜在的安全隐患。例如: 在开展长输油气管道定期检验工作时, 若检测出管道的裂纹等超标缺陷情况, 便可及时采取修复和加固措施

进行处理, 这种预防性措施能够将故障扼杀在萌芽状态, 有效避免重大安全事故的发生。

#### 1.3 延长管道使用寿命降低成本

定期检验有助于及时发现管道的早期损伤和性能退化问题, 进而采取相应的维护和修复措施, 延缓管道的腐蚀和老化速度。借助科学合理的维护与保养措施, 能够有效延长管道的使用寿命, 进而降低管道更换的频次以及由此产生的成本。同时, 在检验过程中, 还能对管道的运行状况进行评估和优化, 提高管道的运行效率, 降低能耗。从长远来看, 定期检验能够为管道运营企业节省大量的维修和更换成本, 提高经济效益。

### 2 长输油气管道定期检验的内容

根据《压力管道定期检验规则—长输管道》(TSG D7003—2022)要求开展长输油气管道定期检验, 具体相关要点如下。

#### 2.1 资料审查

在长输油气管道定期检验过程中, 检测人员需全面收集并仔细审核管道从设计、制造、安装到运行、维护、改造等各个阶段的资料。通过审查设计资料, 检测人员可了解管道材质、壁厚、压力等级, 为后续检测提供理论依据; 审查安装资料, 可明确管道的敷设方式、焊接过程等, 并评估安装质量对管道安全的影响; 审查运行资料, 则能掌握管道运行过程中的压力、温度、介质成分等参数, 有助于分析管道运行时

表 1 内检测主要方法及内容

方法类型	技术原理	检测内容
漏磁检测 (MFL)	利用磁场感应管道缺陷（如腐蚀、划痕）引起的漏磁场变化。	金属损失（腐蚀、机械损伤）、焊缝异常
涡流检测	基于电磁感应原理探测管材表面及近表面缺陷	识别管道裂纹、腐蚀、凹陷等缺陷情况
变形检测	使用机械或激光传感器测量管道几何变形。	凹陷、椭圆度变形
电磁超声 (EMAT)	基于电磁感应原理，无需耦合剂即可激发超声波。	高温 / 高压管道壁厚检测、轴向裂纹识别
惯性测绘 (IMU)	通过惯性测量单元记录管道三维轨迹，辅助缺陷定位。	管道中心线坐标、弯曲半径计算

表 2 外检测方法及内容

检测类型	检测内容	相关标准 / 方法
内腐蚀外检测	数据收集、腐蚀位置预测、开挖检测	GB/T 34349、GB/T 34350
外腐蚀外检测	环境腐蚀性调查、防腐层状况检测、阴极保护有效性检测、开挖检测	GB/T 30582、GB/T 19285
应力腐蚀开裂外检测	数据收集、应力腐蚀开裂位置预测、开挖检测、评估处置	GB/T 36676

的受力状况和腐蚀风险<sup>[2]</sup>。

## 2.2 安全附件与仪表检查

长输油气管道安全附件与仪表检查内容重点包括阀门的外观、密封、操作灵活性及维护记录；安全阀的外观、整定压力、密封性能、铅封标志及排放能力；爆破片的外观、爆破压力及安装维护记录；紧急切断阀的外观、关闭时间、控制功能及可靠性；针对压力表、温度计它们的精度需要控制在标准范围。对于紧急切断装置，要检验其远程控制能力和联动逻辑<sup>[3]</sup>。

## 2.3 材质分析与强度校核

在长输油气管道定期检验阶段，材质劣化检测是重点内容之一，需判断氢致开裂风险，并做好金相分析。而在强度校核的过程中，要依据剩余壁厚、腐蚀速率、压力波动等实际情况，计算管道的剩余强度和剩余寿命。此环节还需综合考虑土壤腐蚀性、杂散电流干扰等多种因素对管道的影响。

## 2.4 检验周期

长输油气管道定期检验过程中，根据《TSG D7003-2022 压力管道定期检验规则》，依据相关规定，首次检验应严格在长输油气管道投入运营后的三年内开展。而后的定期周期则需要结合检验机构进行确定。倘若遇到特殊情况不能按照定期周期开展管道检验工作的，则需要通过使用单位提出书面申请，并且需要经过使用单位的安全管理部门的责任人基于批注以后，再以书面通知的方式交给地市级市场监督管理部门审核后，方可延长管道的检验周期。其中，最长延长时间不能超过一年；需特别关注的是，除首次检验外，对于定期检验的延期工作，必须获得上次承担定期检验任务的检验机构的书面同意。

## 3 长输油气管道定期检验方法

### 3.1 宏观检查

检测人员通过肉眼观察和简单工具测量等手段，对管材外观状况进行全面检查，重点检查管材表面是否存在腐蚀坑、锈蚀等腐蚀现象，这些腐蚀会使管材壁厚减弱，承重能力下降。同时，要留意管道焊缝、法兰连接处等连接部位，查看是否有漏电征兆或连接松动的情况，宏观检查能够快速发现管道表面明显的瑕疵，确保管道的安全运行<sup>[4]</sup>。此外，长输油气管道检验过程中，需要从管道埋深、走向开展检查；检查管道与周边建筑物的净距；检查跨越管段的防腐（保温）层的整体性，必须高度重视并细致评估钢结构基础、钢丝绳、索具及其连接部件的腐蚀与损伤状况，这直接关系到整体结构的安全与稳定。

### 3.2 内检测方法

长输油气管道定期检验过程中，内检测方法是识别管道内部腐蚀、变形、裂纹等缺陷，评估管道完整性基本方法，内检测方法内容见表 1 所示。

### 3.3 外检测方法

外检测方法主要包括内腐蚀、外腐蚀和应力腐蚀开裂等 3 种外检测方法。具体内容和参考标准见表 2。整个检测流程应严格遵循 GB/T 34349《输气管道内腐蚀外检测方法》及 GB/T 34350《输油管道内腐蚀外检测方法》的规范要求执行。

### 3.4 其他方法

对于长输油气管道的特殊位置焊缝无损检测，需要做好如下几类焊接接头的检测：第一，通过内测识别出来的异性焊接接头；第二，通过外侧检测出现咬边、错边或是表面出现焊纹的接头；第三，位于管道

连接位置、阀门位置、膨胀节位置的焊接接头；第四，位于出土与入土、穿跨越段的焊接接头；第五，管道变形位置、管道发生位移区域的焊接接头，应进行严格的无损检测。以下是常用的无损检测方法介绍：①超声波检测。应用该技术时，将超声探头放置在管道表面，探头发射超声波并接收反射波。对于管壁较厚的管道，超声波检测能够高效地检测出内部的裂纹、夹杂等缺陷，具有检测成本低、速度快、对人体无害的优点。②磁粉检测。磁粉检测主要用于检测长输油气管道表面和近表面缺陷，其原理是对管道进行磁化，使管道表面和近表面缺陷处产生漏磁场，然后施加磁粉，磁粉在漏磁场的作用下聚集形成磁痕，从而显示出缺陷的位置和形状。③渗透检测。在长输油气管道检测过程中，渗透检测是一种用于检测材料表面开口缺陷的无损检测方法。其原理是利用毛细作用，将渗透液渗入工件表面开口缺陷中，然后去除工件表面多余的渗透液，再施加显像剂，使缺陷中的渗透液回渗到显像剂上，从而在光线下显现出缺陷的形状、大小和分布。

## 4 长输油气管道的定期检验要点

### 4.1 检验数据分析与处理

#### 4.1.1 缺陷数据统计与分析

长输油气管道定期检验过程中，需对检验中发现的缺陷进行统计分析，通过明确缺陷的种类、分布及数量，统计不同类型缺陷的占比。例如，在某项目的检验阶段，对管道的主要缺陷类型和易发部位进行统计，能够为管道的维修改造提供依据。表3是一个管道缺陷统计表格示例<sup>[5]</sup>。

从表3中可以看出，腐蚀是管道的主要缺陷类型，占比达到72.5%，且主要分布在直管段和焊缝附近，因此在管道的维修和维护中，应重点加强对这些部位的防腐措施。

#### 4.1.2 剩余强度评估和剩余寿命预测

剩余强度评估过程中，需根据检测结果评估管道剩余强度，考虑管道腐蚀减薄、缺陷尺寸等因素，计算管道剩余强度。将计算结果与相应标准规定的失效判据进行对比，判定管道是否满足安全运行要求。若不达到规范要求，则应及时采取相应的检修或更换措施。此外，管道腐蚀与管道缺陷严重的位置，需要从

管道的投入时间、管道的缺陷形成原因方面选择信息数据，建设管道缺陷增加的预测模型，以对管道的剩余寿命开展预测。而后当预测数据获取后，根据GB/T30582《基于风险的埋地钢质管道外损伤检验与评价》规定确定管道的改造、更换方案。

### 4.2 长输油气管道定期检验周期

新建管道首次定期检验一般于投用后3年内进行。采用内检测方法进行检验的管道，其检验周期最长不能超过预测的管道剩余寿命的一半，并且不应当超过6年。不具备内检测条件的管道，根据管道的主要损伤模式选用一种或多种适合的外检测方法进行检验的管道或者不具备内外检测条件的管道只进行耐压试验的管道，其检验周期最长不应当超过3年。对于一些特殊情况下的管道，其检验周期可以适当缩短或延长。缩短检验周期：属于如下情况之一的管道，则缩短检验周期：第一，位于后果严重地区管道；第二，受到第三方破坏、出现多次泄露、管道爆炸；第三，出现管道局部腐蚀、全面腐蚀、应腐蚀；第四，管道承受能力荷载下降引起管道疲劳失效；第五，管道防腐保温层出现破坏或者不具备阴极保护；第六，管道设计使用年限超过30年设计标准。

综上所述，长输油气管道定期检验工作保障能源输送系统安全稳定的基础。本文对长输油气管道的定期检验方法进行了深入研究，并提出论定期检验的关键点。在长输油气管道的检验过程中，应合理运用检测技术，严格遵循评定标准，评估管道安全状况，采取相应的维修维护措施，以确保长输油气管道的运行稳定性。

### 参考文献：

- [1] 李胜, 黄福川. 基于风险评价的压力管道检验技术研究进展与评价[J]. 能源化工, 2018, 39(01):82-86.
- [2] 王冬林, 沈平, 王志鹏, 等. 油气输用管件检验问题探讨[J]. 钢管, 2021, 50(05):80-83.
- [3] 原平. 浅析埋地长输油气管道的腐蚀防护与检测[J]. 山东工业技术, 2019(06):87.
- [4] 张富胜, 薛春, 孙伟栋, 等. 长输油气管道的定期检验探讨[J]. 山东化工, 2022, 51(20):149-150.
- [5] 杨理践, 石萌, 耿浩. 长输油气管道内检测技术[J]. 沈阳工业大学学报, 2024, 46(05):676-684.

表3 管道缺陷统计表格

缺陷类型	数量(个)	占比(%)	主要分布部位
腐蚀	58	72.5	直管段、焊缝附近、弯头、三通
变形	14	17.5	管道支撑部位、跨越段、埋深不足区
机械损伤	6	7.5	穿越段、第三方施工区域
其他	2	2.5	阀门、法兰连接处、保温层破损点